

Tuomas Rantala

Rakennusaikaisen kosteudenhallinnan kehittäminen uudisrakentamisessa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Rakennustekniikka

Insinöörityö

25.4.2013

Tekijä(t) Otsikko Sivumäärä Aika	Tuomas Rantala Rakennusaikaisen kosteudenhallinnan kehittäminen uudisrakentamisessa 42 sivua + 1 liite 25.4.2013
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Rakennustekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Rakennustuotantotekniikka
Ohjaaja(t)	Vastaava työnjohtaja Olli Lehtinen Lehtori Anne Pietilä
<p>Tämän insinöörityön tavoitteena oli selvittää kustannustehokkaita ratkaisuja kosteudenhallintaan talonrakentamisessa sekä selvittää, miten kosteushaitat voidaan minimoida. Tutkimuksen ohessa yritettiin saada aikaan kosteudenhallintaohjekortti, joka liitettäisiin laadunvarmistusmatriisiin liitteeksi.</p> <p>Tutkimus toteutettiin perehtymällä ensin kirjallisuuteen ja määräyksiin. Tämän pohjalta tutkittiin jo olemassa olevia menetelmiä ja laadittiin haastatteluja. Haastattelujen ja saadun informaation perusteella pohdittiin kehitysideoita ja tutkittiin mahdollisuuksia.</p> <p>Kosteus- ja homevaurioiden aiheuttamille epäpuhtauksille altistuu päivittäin 600 000 – 800 000 suomalaista. Rakentamisen aikana rakenteet saavat kosteutta, josta syntyy kustannuksia ja kosteusvaurioita.</p> <p>Tutkimuksen tuloksena saatiin kosteudenhallintaan muutamia kustannustehokkaita ideoita, joita voisi tulevaisuudessa lähteä kehittämään pidemmälle ja kokeilemaan niiden todellista hyötyä. Lisäksi saatiin kosteudenhallintasuunnitelman kehittämiseksi idea, joka tulee todennäköisesti ainakin kokeilumielessä käyttöön.</p>	
Avainsanat	Kosteudenhallinta, uudisrakentaminen

Author Title	Tuomas Rantala Development of Moisture Control for New Construction
Number of Pages Date	42 pages + 1 appendices 25 April 2013
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Civil Engineering
Specialisation option	Construction and Site Management
Instructors	Olli Lehtinen, Site Officer Anne Pietilä, Senior Lecturer
<p>The purpose of this thesis was to study cost efficient solutions for moisture control in house building and to examine what can be done to minimize moisture damages. An idea to make an instruction card for moisture control was developed during the research which would be appended to the quality verification matrices later.</p> <p>The study was conducted by familiarizing with literature and regulations related to moisture control. After this existing methods were examined and interviews were done. Based on the gained information, some development and improvement ideas were considered.</p> <p>Every day 600 000 to 800 000 Finns are exposed to problems caused by moisture and mould damages. The structures gather moisture while building and this incurs costs and causes moisture damages.</p> <p>Some cost efficient solutions for moisture control were found as a result of this study. These solutions could be developed further in the future and their benefit could be assessed. An idea to improve the moisture control plan was also discovered and it will probably be tested later on.</p>	
Keywords	Moisture control, new construction

Sisällys

1	Johdanto	1
1.1	Tutkimuksen tausta	1
1.2	Kosteuden aiheuttamat ongelmat	2
1.3	Tutkimuksen tavoitteet	3
1.4	Tutkimusmenetelmät	4
2	Kirjallisuustutkimus	5
2.1	Kosteus	5
2.1.1	Kapillaarinen vedenliike	6
2.1.2	Hygroskooppinen kosteus	7
2.2	Talvi- ja kesärakentaminen	8
2.2.1	Talvirakentaminen	8
2.2.2	Kesärakentaminen	14
3	Nykyiset kosteudenhallintamenetelmät	15
3.1	Määräykset	15
3.2	Kosteudenhallintasuunnitelma	15
3.3	Sääsuojaus	16
3.4	Lämmittäminen ja kuivattaminen	17
3.5	Mittaukset	17
4	Elementin kulku työmaalle	20
4.1	Tehdaskäynti	20
4.2	Kuljetus työmaalle ja varastointi	21
5	Haastattelut	23
6	Tulokset	37
6.1	Haastattelujen johtopäätökset	37

6.2	Kustannustehokkaita keinoja kosteudenhallintaan	38
6.3	Päivitys kosteudenhallintasuunnitelmaan	40
7	Yhteenveto	41
	Lähteet	43
	Liitteet	
	Liite 1. Vastaavien haastattelu	

1 Johdanto

1.1 Tutkimuksen tausta

Opinnäytetyön tilaaja on Lemminkäinen Talo Oy. Lemminkäinen on monipuolinen kansainvälinen rakentaja. Koko konsernin toimialoja ovat Infra-, talo-, ja talotekniikkarakentaminen sekä kansainväliset toiminnot. Itse toimin puoli vuotta Lemminkäinen Talo Oy:ssä uudisasuntopuolella ja havaitsin kosteudenhallinnan laajuuden sekä sen että olemassa olevia kosteudenhallintamenetelmiä voisi tutkia ja yrittää kehittää kustannustehokkaammiksi. Tämän innoittamana kysyin esimieheltäni aiheen toimivuutta ja hän oli samaa mieltä kanssani.

Tällä hetkellä kosteudenhallinta on esillä erittäin paljon myös mediassa. Joka viikko tulee uutisia rakennusten kosteuteen liittyen ja lähestulkoon aina negatiivisessa mielessä.



Kuva 1 Ulosmarssi [8]

Oheisessa kuvassa (kuva 1) Kuvataideakatemia opiskelijat marssivat ulos sen toimintoja vaivaavan home- ja sisäilmaongelman takia.

1.2 Kosteuden aiheuttamat ongelmat

Kosteus- ja homevaurioiden aiheuttamille epäpuhtauksille altistuu päivittäin 600 000 – 800 000 suomalaista. Rakennusten kosteusvauriot ja niistä aiheutuneet home- ja laho-ongelmat johtuvat monesta eri syystä. Yleisimpiä syitä ovat olleet mm. seuraavanlaiset tekijät: kosteat rakennusmateriaalit ja niiden riittämätön kuivaaminen rakennettaessa; putkisto- ja vesivuodot kattojen, ikkunoiden, räystäiden, räystäskourujen ja saumojen kautta; maakosteus ja valumavesi on päässyt rakenteisiin, sekä täytemaan kapillaarisuus. [2, s. 67; 3.]

Kosteusvaurio saa aikaan mikrobien lisääntymisen rakenteissa. Mikrobit ovat pieneliötä eli viruksia, bakteereja ja rakenteeltaan yksinkertaisia sieniä kuten hiiva ja homeet. Mikrobeja esiintyy kaikkialla. Jopa ihmisen iholla on lukuisia täysin harmittomia mikrobeja. Elintarvikkeissa esiintyy bakteereja, hiivoja ja homeita, mutta niistä ei aina ole haittaa. Ulkoilmassa kuten myös sisäilmassa esiintyy bakteereja ja sieniä. Usein näistä ihmisistä ympäröivistä mikrobeista ei aiheudu mitään haittaa, vaan ne ovat joskus jopa hyödyksi. Esimerkiksi teollisuus käyttää mikrobeja hapanmaitotuotteiden ja oluen valmistuksessa. Ongelmia alkaa tulla, jos mikrobit lisääntyvät elinympäristössämme kohtuuttomasti. Tästä tuntomerkkeinä ovat silminnähtävä home, homeen haju ja maku. Rakennusmateriaaleissa kosteusvaurio voi saada aikaan sen, että niissä jo olemassa olevat mikrobit saavat lisää kasvumahdollisuuksia ja elinvoimaa. Rakenteisiin voi tällöin muodostua ihmiselle ja rakenteelle haitallista mikrobikasvustoa. Usein myös rakenteiden ominaisuudet kärsivät tästä. [2, s. 73.]

Mikrobien elinympäristön on tarjottava sopivasti ravintoa, kosteutta, lämpöä, happea ja happamuutta, jotta ne pystyisivät lisääntymään ja muodostamaan kasvustoja. Lisääntyminen estyy tai hidastuu, jos näistä tekijöistä jokin puuttuu tai on riittävän kaukana optimaalisesta tilasta. Mikrobien näyttäytymistä ja lisääntymistä rajoittaa myös niiden taistelu elintilasta muiden mikrobien ja eliöiden kanssa. [2, s. 81.]

Terveyshaitat

Kosteaan rakennusmateriaaliin tuleva mikrobikasvusto voi aiheuttaa vakavia terveyshaittoja. Mikrobiryhmistä terveydelle haitallisimpia ovat home- ja sädesienet. Haittoja aiheuttavat mikrobien itiöt, mikrobien sisältämät mykotoksiinit, mikrobien aineenvaihdunnan tuotteena haihtuvat orgaaniset yhdisteet ja endotoksiinit. [2, s. 84.]

Mikrobeista johtuvat terveyshaitat voidaan jakaa neljään ryhmään: ärsytysoireisiin, yleisoireisiin, toistuviin infektoihin ja allergioihin. Oireet tunnistaa helposti siitä, että ne lievenevät muualla ollessa. Yleisoireisiin on luokiteltu mm. kuumeilu, vilunväreily, päänsärky, pahoinvointi, huimaus ja väsymys. Niiden yleisyyden takia on usein hankala yhdistää oiretta kosteusvaurioon. Oireisiin olisi kuitenkin puututtava mahdollisimman nopeasti, sillä pahimmillaan mikrobit voivat aiheuttaa allergian, joka jättää elimistöön pysyvät jäljet. [2, s. 85.]

1.3 Tutkimuksen tavoitteet

Rakentamisen aikana rakenteet saavat kosteutta, josta saattaa syntyä ylimääräisiä aikatauluviiveitä, kustannuksia sekä kosteusvaurioita mikäli kosteuteen ei ole osattu varautua ennalta. Työn tavoitteena on löytää kustannustehokkaita ratkaisuja kosteudenhallintaan talonrakentamisessa sekä selvittää, miten kosteushaitat voidaan minimoida. Tutkimuksen ohessa yritetään saada aikaan kosteudenhallintaohjekortti, joka liitettäisiin laadunvarmistusmatriisiin liitteeksi. Työssä keskitytään kahteen eri ns. kosteustyyppiin: rakenteessa valmiiksi olevaan kosteuteen sekä ulkoiseen kosteuteen.

Työhön sisällytetään yksi tai useampi esimerkkityömaa, joiden osalta selvitetään, mitä kosteudenhallinnan edistämiseksi on tehty. Näitä hyödyntäen yritetään löytää oikeanlainen toimintamalli, jossa huomioidaan kesä- ja talvirungon erot. Lisäksi tutkitaan, miten talvirakentamisessa pitäisi kiinnittää enemmän huomiota.

Tutkimus keskittyy siihen, miten saadaan rakennettua talo ilman kosteusvaurioita ja niiden aiheuttamia kustannuksia. Työssä tutkitaan olemassa olevia käytäntöjä ja ohjeistuksia sekä sitä, mitä määräykset sanovat materiaalien kastumisesta. Asiasta hyöttyy niin rakentaja kuin käyttäjäkin.

Työn näkökulma on rajattu syihin eli mistä aiheutuneet kosteusvauriot johtuvat, koska määräykset ja ns. työkalut ovat jo käytössä. Eli miten voidaan ennakoida ja toteuttaa. Vaurioiden korjaus rajataan kokonaan pois.

1.4 Tutkimusmenetelmät

Insinööritö toteutetaan tutkimalla kirjallisuutta ja määryksiä, laatimalla haastatteluja sekä tutkimalla jo olemassa olevia menetelmiä. Haastattelujen ja saadun informaation perusteella pohditaan kehitysideoita ja tutkitaan mahdollisuuksia.

Työn alkuvaiheessa perehdytään teoriaan ja jo olemassa oleviin määryksiin ja käytäntöihin. Tutkitaan tilastoja ja pyritään saamaan vertailutulosta kosteuden aiheuttamista kustannuksista ja ongelmista. Tutkitaan myös ontelo- ja paikallavaluholvin eroja kosteusteknisesti.

Mikäli mahdollista, tutkimukseen sisällytetään käynti elementtitehtaalla, jossa nähdään elementin kulku elementtipöydältä osaksi rakennusta. Samalla kiinnitetään huomiota, missä elementit saavat kosteutta ja miten sen voisi estää.

Haastattelut

Osaksi tutkimusta luodaan haastattelut, joissa haastatellaan alan asiantuntijoita. Haastattelu on joustava tutkimusmenetelmä. Tutkija pääsee itse vaikuttamaan moniin asioihin ja haastattelumenetelmiäkin on muodostunut monia ajan saatossa. Haastattelussa ollaan kontaktissa haastateltavan kanssa, mikä mahdollistaa sen, että tutkija pystyy suuntaamaan tiedonhankintaa itse. Haastattelutilanteen takia on mahdollista selvittää vastausten taustaa enemmän kuin esimerkiksi kyselylomakkeella. Haastattelussa on tarkoituksena, että haastattelija välittäisi haastateltavien ajatuksia, käsityksiä, kokemuksia ja tuntemuksia tutkimukseen. Tässä tutkimuksessa haastattelut suoritetaan lomakehaastattelun pohjalta soveltaen. [4, s. 34.]

2 Kirjallisuustutkimus

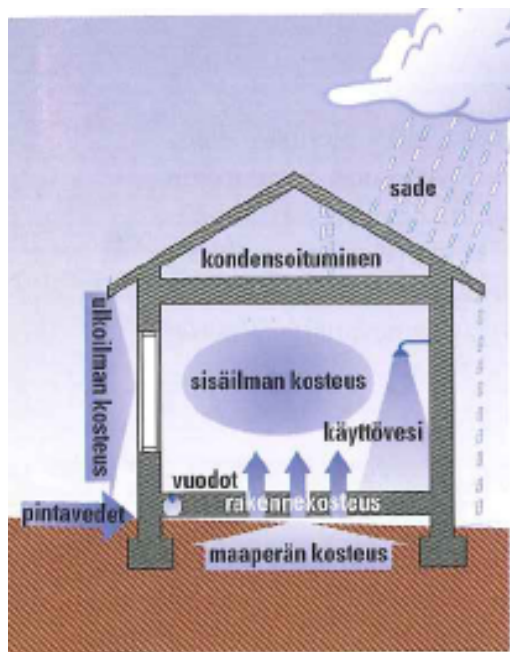
Tutkimuksen haasteena on riittävän tietotason kasaaminen ja lopuksi sen kokoaminen yhtenäiseksi ja arvosteltavaksi tutkimukseksi.

2.1 Kosteus

Ilma ja kaikki huokoiset rakenteet ja materiaalit sisältävät normaalioloissa aina jonkin verran kosteutta. Kosteuden määrä riippuu materiaalin ominaisuuksista ja ympärillä olevan ilman lämpötilasta sekä kosteudesta. Rakenteisiin voi joutua rakentamisen ja käytön yhteydessä myös ylimääräistä kosteutta. [1, s. 51.]

Kosteus esiintyy rakennuksissa ja rakenteissa vetenä, vesihöyrynä sekä rakenteisiin sitoutuneena rakennekosteutena. Sade on näkyvin kosteusrasitus. Suomessa sade voi tulla vetenä, räntänä tai lumena. Näistä kaikkein kastelevin on räntä, mikä jää usein pitkiksi ajoiksi kastelemaan loiville ja vaakasuorille pinnoille. [1, s. 52.]

Oheisessa kuvassa (kuva 2) on esitetty rakennuksen kosteusrasitteita.



Kuva 2 Rakennuksen kosteusrasitukset [1, s. 70.]

Suomessa sadetyypeistä on yleisin ns. pystysade. Tämä rasittaa pääsääntöisesti vaakasuoria ja vinoja pintoja sekä räystäättömissä taloissa myös pystysuoria seinäpintoja. Rannikolla ja saaristossa on yleistä myös viistosade. Viistosateeseen liittyy aina voimakas tuuli. Tämä aiheuttaa rannikolla aina lisävaatimuksia varsinkin seinien ulkoverhoukselle sekä ikkunoiden suunnittelulle. Viistosadetta voidaan pitää suurimpana rasiustekijänä, mikä kohdistuu rakennuksen vaippaan. Tuulen vaikutuksesta sade tai lumi voi nousta myös ylöspäin julkisivuverhouksen ulkopinnassa. Lumen suurimpia kosteusteknisiä haittavaikutuksia on tuulen mukana tuuletusraoista rakenteisiin kulkeutuva lumi. Sateen seinille aiheuttamia haittavaikutuksia on helppo ehkäistä riittävän leveällä räystäällä. Tämä estää sadeveden pääsyn seinän yläosiin ja yläpohjarakenteisiin. [1, s. 52.]

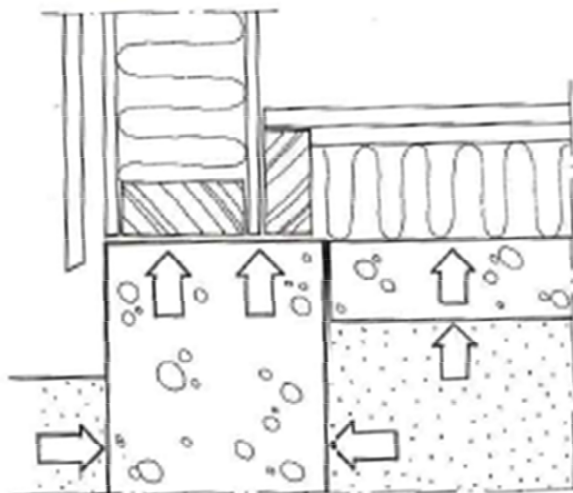
Ulkoseinän alaosassa sekä perustusten maanpäälisissä osissa tulee ottaa huomioon sadeveden roiskuminen ja mahdollinen lammikoituminen. Osa tästä vedestä valuu maan pintaa pitkin rakennuksesta poispäin pintavetenä ja osa painuu vajovetenä maahan rasittamaan perustuksia. Tämä tulee huomioida kellaritilan ulkoseinän suunnittelussa, mutta samalla niin ettei estetä sisältä kulkeutuvan diffuusio- ja rakennekosteuden poistumista ulospäin. Tämä yleensä onnistuu salaojituksella sekä sopivalla sora-täytöllä, jolloin seinän lähiympäristö pysyy riittävän kuivana. [1, s. 52.]

Kosteusmäärä ilmoitetaan normaalisti kosteuden massan ja kuivan aineen massan välisenä suhteena. Tällöin arvo ilmaistaan prosentteina kuivapainosta. Aineen kosteus voidaan myös ilmaista kosteuden massan ja tilavuuden välisenä suhteena tai ns. tasapainokosteuden avulla. [1, s. 53.]

2.1.1 Kapillaarinen vedenliike

Kapillaarinen vedenliike tarkoittaa, että kosteus kulkee rakenteen huokosissa nesteenä. Kapillaarisen liikkeen aiheuttaa rakenteen ja sen eri ainekerrosten pyrkimys kapillaariseen tasapainokosteuteen. Huokoiset materiaalit esimerkiksi puu, tiilet ja harkot kuljettavat vettä huokosissaan eli niillä on niin sanottu kapillaarinen imu. Rakentamisessa tämä kapillaarinen siirtyminen pitää katkaista esimerkiksi kermillä, muovilla, bitumisivelyllä, riittävän tiiviillä pintakerroksella tai puun päätysulkemisella. [1, s. 53.]

Oheisessa kuvassa (kuva 3) on esitetty veden liikkeitä kapillaarisesti rakennuksen perustuksissa.

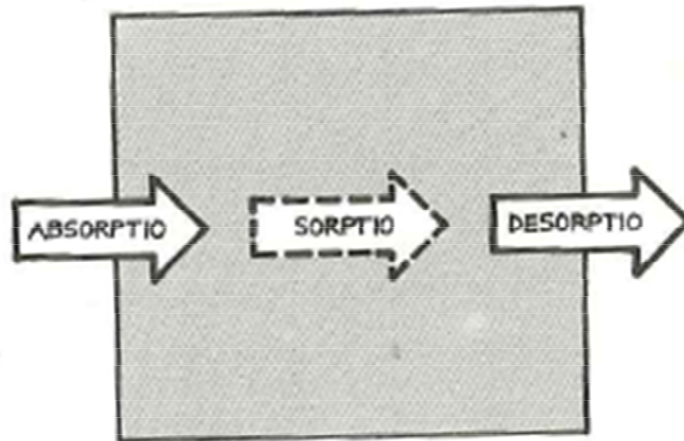


Kuva 3 Veden kapillaarinen kulku [1, s. 53.]

Myös maalajeilla on kapillaarisia ominaisuuksia. Maaperässä kapillaarivoimat pyrkivät nostamaan vettä pohjavesipinnan yläpuolelle. Maalajin karkeusaste vaikuttaa kapillaarisen nostovoiman suuruuteen. [1, s. 53.]

2.1.2 Hygroskooppinen kosteus

Kosteuden kulkeutumista aineeseen kutsutaan absorptioksi, sen liikkumista aineessa sorptioksi ja poistumista aineesta desorptioksi (kuva 4). Hygroskooppinen kosteus on taas kosteutta, jonka sorptio aiheuttaa aineessa suhteellisen kosteuden normaaliarvoilla. Eli huokoinen aine pystyy sitomaan itseensä kosteutta ilmasta ja myös luovuttamaan kosteutta ilmaan. Toisin sanoen aineen kosteus asettuu tasapainotilaan ympäristönsä kanssa ja tätä kutsutaan hygroskooppiseksi tasapainokosteudeksi. Eri materiaaleilla on eri hygroskooppisuus. Puulla on suuri hygroskooppisuus, kun taas mineraalivilalla on erittäin pieni. [1, s. 53.]



Kuva 4 Veden kulkeutuminen rakenteessa [1, s. 53.]

Kosteuskapasiteetiksi taas kutsutaan aineen kykyä sitoa ja luovuttaa kosteutta. Esimerkiksi puuperäisillä lämmöneristeillä on suuri kosteuskapasiteetti. [1, s. 54.]

2.2 Talvi- ja kesä rakentaminen

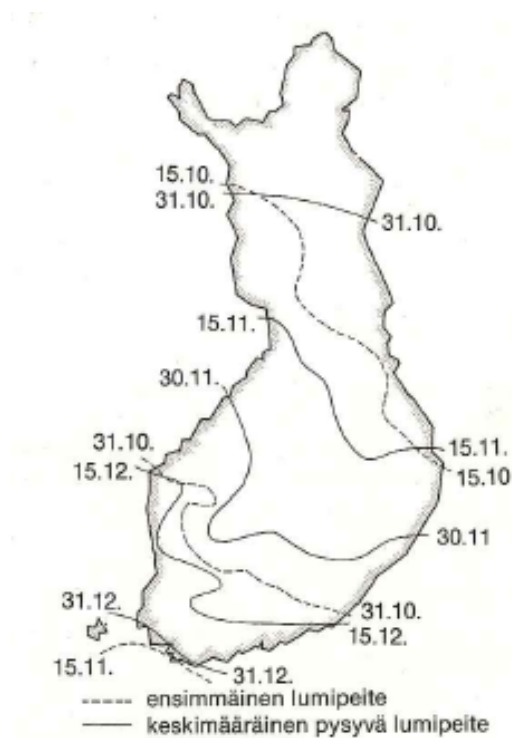
2.2.1 Talvirakentaminen

Rakentaminen talvella kasvattaa työmenekkiä ja rakennusmateriaalien kulutusta. Lisäksi tarvitaan enemmän koneita ja kalustoa. Energian kulutus on merkittävästi suurempaa talvella. Talven aiheuttamaa lisätyötä voidaan korvata suuremmilla työryhmillä ja hankkimalla lisää työntekijöitä, usein se kuitenkin viivästyttää rakentamista ja aiheuttaa lisää kustannuksia. Mutta kustannuksia on mahdollista vähentää hyvällä työn suunnittelulla. [5, s. 6.]

Myrskyt, pakkaset, vesi- ja lumisade hidastavat rakentamista ja usein johtavat keskeytyksiin. Sään vaikutusta työn aikatauluun on usein vaikea arvioida, mutta tosiasia on kuitenkin se, että tilastojen mukaan syys- marraskuun aikana sataa kuukaudessa yli 1 mm vuorokaudessa noin kymmenen päivän ajan. Nosturilla työskentelyä haittaavat puolestaan syysmyrskyjen voimakkaat tuulet keskimäärin 2-3 kertaa kuussa. Etelä-Suomessa varataan yleensä 14 työpäivää lisää aikaa talvikauden runkotoille. [5, s. 6.]

Talvirakentamista suunniteltaessa on hyvä käyttää apuna talviolosuhteita koskevaa tilastotietoa. Tilastoista saadut tiedot on hyvä apu alustavassa suunnittelussa, mutta paikalliset lämpötilat ja pakkasmäärät saattavat poiketa tilastoista merkittävästi sillä Suomen säätila vaihtelee todella paljon vuosittain. Lisäksi työmaan sijainnilla on suuria eroja lämpötilaan ja keliin. Esimerkiksi rannikon etäisyys määrää merkittävästi sääolosuhteita. Viikko- ja päiväsuunnittelussa voidaan hyödyntää eri sääpalveluja. [5, s. 7.]

Oheisessa kuvassa (kuva 5) on kerrottu katkoviivalla ensilumen keskimääräinen saapuminen. Lisäksi kuvassa on ilmoitettu yhtenäisellä viivalla pysyvän lumen saapuminen keskiarvona.



Kuva 5 Lumipeitteet [5, s. 7.]

Oheisessa taulukossa (taulukko 1) on esitetty työpäivien lukumäärät jolloin lämpötila on ollut alle kyseisen raja-arvon tietyillä paikkakunnilla.

Taulukko 1 Pakkastyöpäivien lukumäärä paikkakunnittain [5, s. 9.]

Paikkakunta (säähavaintoasema)	°C Lämpö- tila	Työpäivät						
		Loka	Marras	Joulu	Tammi	Helmi	Maalis	Huhti
Helsinki	-15	0	0	3	4	3	3	0
	-20	0	0	0	2	2	0	0
Vantaa	-15	0	0	3	6	5	3	0
	-20	0	0	1	3	2	1	0
Turku	-15	0	1	3	5	5	3	0
	-20	0	0	1	2	2	0	0
Lappeenranta	-20	0	0	2	5	3	1	0
	-25	0	0	1	2	1	0	0
Tampere	-20	0	0	3	5	4	2	0
	-25	0	0	1	2	2	1	0
Vaasa	-20	0	1	3	4	4	2	0
	-25	0	0	1	2	2	0	0
Joensuu	-20	0	1	6	7	6	3	0
	-25	0	0	2	4	3	1	0
Oulu	-20	0	1	5	7	6	3	0
	-25	0	0	2	3	3	1	0
Sodankylä	-20	1	4	9	11	10	7	2
	-25	0	2	6	8	6	4	0

Oheisessa taulukossa (taulukko 2) on esitetty keskimääräiset lumisadepäivien lukumäärät tietyillä paikkakunnilla.

Taulukko 2 Lumisadepäivät paikkakunnittain [5, s. 9.]

Paikkakunta (lentoasema)	Lumi- sade- määrä (mm)	Työpäivät								
		Syys	Loka	Marras	Joulu	Tammi	Helmi	Maalis	Huhti	Elo
Vantaa	> 10	0	2	7	9	7	7	7	5	0
	> 50	0	1	2	2	1	1	2	2	0
Turku	> 10	0	2	5	8	8	7	7	4	0
	> 50	0	1	2	2	2	1	1	2	0
Lappeen- ranta	> 10	0	3	8	10	8	7	7	5	0
	> 50	0	1	2	2	1	1	1	1	0
Tampere	> 10	0	2	6	7	7	7	6	6	0
	> 50	1	1	2	1	1	1	1	1	0
Vaasa	> 10	0	3	6	7	6	5	5	4	1
	> 50	0	1	2	1	1	1	1	1	0
Joensuu	> 10	1	4	10	9	8	8	7	5	1
	> 50	0	1	2	2	1	1	1	1	0
Oulu	> 10	0	3	6	6	7	6	5	4	1
	> 50	0	1	1	0	1	0	1	1	0
Ivalo	> 10	5	6	6	6	5	5	4	4	2
	> 50	0	2	1	0	0	0	0	1	1

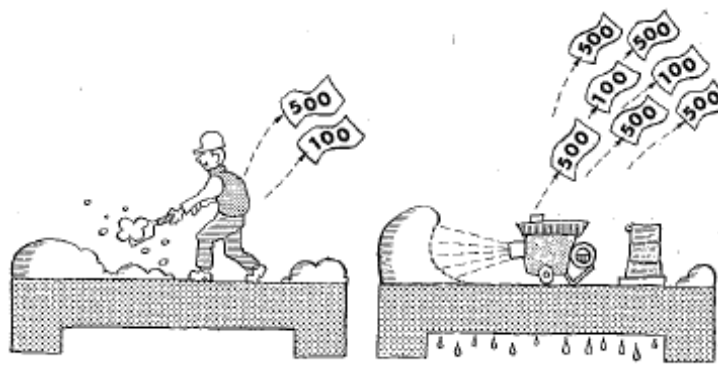
Talvirakentamisen suunnitteluun on sisällytettävä tieto siitä, miten rakennustyömaalla toimitaan säähäiriöiden sattuessa. Häiriöiden ehkäisyyn ja ennakointiin on keskityttävä huolellisesti, jotta tiedetään, miten pitää toimia kun pitää suojata nopeasti ja kun tarvitaan lisää tai vaihtoehtoisia valoa ja lämmitystä. Lisäksi suunnittelussa tulisi huomioida aluesuunnitelmiin riittävästi tilaa lumen aiheuttamille tilantarpeille. Lumi pitää kasata jonnekin sekä mahdolliset lisälämmönlähteet pitää sijoittaa jonnekin. [5, s. 8 ja 15.]

Materiaalien varastointiin on kiinnitettävä myös huomiota. Materiaalit pitää suojata kosteudelta ja sateilta. Lisäksi ne pitäisi myös löytää mahdollisen lumipeitteen alta. Tätä varten on hyvä tehdä varastointisuunnitelma ja noudattaa sitä järjestelmällisesti. Mutta parhain tilanne on kuitenkin, että tuotteet joutuisivat olemaan varastoitavana mahdollisimman vähän aikaa. [5, s. 15-16.]

Säähäiriön sattuessa työnjohdon on ilmoitettava rakennuttajalle lisäaikaneuvotteluja sekä mahdollisia lisäkorvauksia varten. Lisäksi säähäiriöt on syytä varata aikatauluun ns. puskuriaikana erillisiksi eri työvaiheiden loppuun. Ne voi myös sijoittaa 2-3 kuukauden välein. [5, s. 13.]

Työmenetelmät

Lumen ja jään poistoon käytetään yleensä mekaanisia menetelmiä. Lisäksi lunta ja jäää voi poistaa sulattamalla, mutta tätä tulisi välttää sen aiheuttaman kosteuden takia (kuva 6). Tietysti suojaus on hyvä ennakointitapa, jolla voidaan vähentää lumen poistoa. [5, s. 23; 7, s. 52.]



Kuva 6 Havainnekuva säästöistä [5, s. 24.]

Suojaus suoritetaan suojapeitteellä tai sääsuojilla. Tällöin saadaan työt nopeasti käyntiin lumisateen jälkeen. Suojapeitteillä suojataan yleensä lyhyitä aikoja ja kustannuksia pystytään minimoimaan seuraamalla säätiedotuksia ja levittämällä peitteen jos luvataan sateita. Sääsuojia käytetään taas pitempiaikaisissa suojauksissa esimerkiksi sirkkelillä. [5, s. 24-25; 7, s. 52.]

Lumen poistoon käytetään myös höyryä, mutta tätä tulisi kuitenkin välttää. Sulanut lumi ja jää siirtyy vetenä ympäröiviin rakenteisiin ja poistuvat myöhemmin kuivatuksen yhteydessä. [5, s. 25-27; 7, s. 52.]

Talven aiheuttamien haittojen vähentäminen

Talven tuloa ja sen tuomia haittoja ei voi estää. Siihen voi kuitenkin varautua, mutta rakentamisen kannalta helpoin ja halvin vaihtoehto olisi siirtää rakentamisen aloittamista talven yli. Tätä kannattaisi harkita, jos rakentamisen aloitus on suunniteltu tammi-kuulle. [5, s. 28-29.]

Oheisessa taulukossa (taulukko 3) on esitelty esimerkkejä markka-ajalta kustannussäästöistä. Taulukossa käy ilmi, kuinka suunnittelulla ja vaivannäöllä voi vaikuttaa kustannuksiin.

Taulukko 3 Esimerkilaskelmat säästöistä [5, s. 97.]

Tarkasteltava työvaihe tai menetelmä	Kallein vaihtoehto	Halvin vaihtoehto	Erotus
1. Lumi poistetaan katolta, esimerkki s. 23	Lumi poistetaan kuivaamalla 10 165 mk Pidetään rakennusaikaa kolmella vuorokaudella 9 000 mk	Lumi poistetaan mekaanisesti 5 650 mk 0 mk	4 515 mk <u>9 000 mk</u> 13 515 mk
2. Seinämuotin eristäminen, esimerkki s. 60	Muottia ei eristetä ja käytetään lämmitystä 76 560 mk	Muotti eristetään eikä käytetä lämmitystä 62 760 mk	13 800 mk
3. Valueristoon käytön huolellisuus, esimerkki s. 67	Valueristeellä kaksi käyttökertaa 46 973 mk	Valueristeellä on kymmenen käyttökertaa 9 395 mk	37 578 mk
4. Laatan lämmittäminen, esimerkki s. 74	Öljykäyttöinen kuumailmalämmitys viiden vuorokauden muottikierrolla 69 160 mk	Sähkölämmitteiset muolit viiden vuorokauden muottikierrolla 39 760 mk	29 400 mk
5. Muottikierto, esimerkki s. 74	Öljykäyttöinen kuumailmalämmitys viiden vuorokauden muottikierrolla 69 160 mk Pidetään rakennusaikaa 25 vuorokaudella 75 000 mk	Sähkölämmitteiset muolit 2,5 vuorokauden muottikierrolla 55 440 mk 0	13 720 mk <u>75 000 mk</u> 88 720 mk
6. Onteloleataston säilyttäminen, esimerkki s. 91	Tilalämmitys sähköllä ja ikkunaukset suljettu muovilla 62 664 mk	Tilalämmitys kaasulla ja ikkunaukset suljettu ikkunoilla 32 747 mk	23 990 mk
7. Betoni-vaihtoehtoja kuivauksen kannalta	Tavallinen betoni 136 665 mk Pidetään rakennusaikaa 30 vuorokaudella 90 000 mk	Huokoistettu betoni 84 647 mk 0	52 279 mk <u>90 000 mk</u> 142 279 mk
8. Ikkunakarmien väljen tiivistäminen kuivauksen yhteydessä	Ikkunakarmien väljet tiivistämättä 82 875 mk	Ikkunakarmien väljet tiivistetty 12 375 mk	70 500 mk

Muita järkeviä tapoja on tehdä perustus maan ollessa sulana ja käyttää elementtejä rungossa mahdollisimman paljon. Lähteen tilastojen mukaan talven aiheuttamat kustannukset ovat täysielementtejä käytettäessä 4,8-5,0% ja osaelementtejä käytettäessä 6,3-6,7% rakennusteknisistä kustannuksista. [5, s. 28-29.]

2.2.2 Kesärakentaminen

Kesärakentaminen on kosteuden kannalta melkein samanlaista kuin talvirakentaminen. Erona kesästä puuttuu lumi ja pakkaset. Kesällä ei kuitenkaan ole sen helpompaa, koska sadevedet ovat nyt nestemuodossa ja virtaavat helposti sinne minne ei pitäisi. Tällöin suojaaminen on erityisen tärkeää. Kesällä haasteen tuo myös ilman kosteuspi-toisuus. Jos ilman kosteus on liian suuri, niin esimerkiksi betonin kuivuminen hidastuu huomattavasti.

3 Nykyiset kosteudenhallintamenetelmät

3.1 Määräykset

Suomessa ympäristöministeriö on tehnyt rakentamismääräyskokoelman, jonka määräykset ovat velvoittavia uudisrakentamisessa. Kokoelma on koottu maankäyttö- ja rakennuslaista keräämällä tarkemmat rakentamista koskevat säännökset ja ohjeet. Kokoelma on jaettu seitsemään pääryhmään seuraavasti:

- A Yleinen osa
- B Rakenteiden lujuus
- C Eristykset
- D LVI ja energiatalous
- E Rakenteellinen paloturvallisuus
- F Yleinen rakennussuunnittelu
- G Asuntorakentaminen

Kukin ryhmä on jaettu useampaan alaryhmään ja C-ryhmässä on C2 kosteus, määräykset ja ohjeet. Tämä tiedosto sisältää rakennusten toimivuutta kosteuden kannalta koskevat määräykset ja ohjeet. Kokoelmassa aina leveälle palstalle on kirjoitettu määräykset, jotka ovat velvoittavia. Leveän palstan oikealla puolella kapealla palstalla on ministeriön laatimia ohjeita ja hyväksytyjä ratkaisuja mitkä eivät ole velvoittavia. Lisäksi kapealla palstalla on selostettu määräyksiä.

3.2 Kosteudenhallintasuunnitelma

Rakentamisessa kosteudenhallintasuunnitelma on osa projektin laadunvarmistusta. Suunnitelmassa määritetään, millä toimenpiteillä urakoitsija suoriutuu hankkeen kos-

teuteen liittyvistä riskeistä ja miten seuraa niitä. Pääurakoitsija laatii kosteudenhallinta-suunnitelman ja se on projektikohtainen suunnitelma. [9.]

Suurilla rakennusalan toimijoilla on valmiit pohjat ja taulukot suunnitelman tekemiseen, mutta pääpiirteittäin siinä on seuraavat vaiheet: kosteusriskien kartoitus, rakenteiden kuivumisaika-arviot ja päällystettävyyys, työmaaolosuhteiden hallinnan suunnittelu, kosteusmittaus suunnittelu ja viimeisenä kosteudenhallinnan organisointi, seuranta ja valvonta. [9.]

3.3 Sääsuojaus

Rakentamisessa materiaalit ja rakenteet on suojattava ”kohtuullisessa” määrin lumelta ja vedeltä. Mutta rajan vetäminen on yleensä hankalaa, sillä päätökseen voi vaikuttaa moni tekijä. Monissa tapauksissa tilanne on kuitenkin päivänselvä. Tietyt materiaalit eivät siedä ollenkaan kastumista ja ne muuttuvat käyttökelvottomaksi kastuttuaan. Myös betonituotteet kuten palkit, pilarit ja laatat pitäisi suojata sekä varastoinnin aikana että asennettuina. Usein tämä kuitenkin jää tekemättä. [7, s. 42.]

Kun puhutaan työnaikaisesta suojauksesta, niin se kattaa rakennustyömaan lisäksi myös rakennusmateriaalien kuljetuksen sekä varastoinnin tehtaalla tai jälleenmyyjällä. Tämä tarkoittaa sitä, että kosteuden aiheuttamista turhista ongelmista ja harmeista päästään eroon vasta sitten kun kaikki ketjun osapuolet tietävät tehtävänsä, ymmärtävät vastuunsa ja tietysti suojaavat tuotteen. [7, s. 44.]

Suojaamisella hyödytään monia asioita. Sillä estetään materiaalien vaurioituminen, vähennetään takuukorjauksia sekä lyhennetään kuivatusaikoja, kun esimerkiksi ei ole märkiä betonielementtejä kuivatettavana. Tällöin myös koko aikataulu kiristyy, kun päästään pinnoittamaan nopeammin. Suojaamisesta tulee tietysti myös lisäkustannuksia, koska materiaalit eivät suojaudu itsestään. Ei ole myöskään yksiselitteistä mitä suojataan. Mutta yleisesti voidaan sanoa, että mitä enemmän suojaukseen panostetaan, niin sitä vähemmän joudutaan korjaamaan myöhemmin. ”Myöhemmin” sanalla tarkoitetaan tässä yhteydessä yhdestä kahteen vuotta, mutta eräissä tapauksissa voi olla pitempiäkin aikoja. Suojauksessa tulisi käyttää apuna maalaisjärkeä sekä kokemusta. [7, s. 44-45.]

3.4 Lämmittäminen ja kuivattaminen

Rakenne kuivatetaan, jotta se voidaan päällystää ilman tulevia kosteusvaurioita. Kuivaustapoja on kolme pääryhmää. Ensimmäinen on ilman lämmitys, jolloin ilmaa pitää myös vaihtaa. Toinen on ilman kuivatus, jolloin ilma ei saisi vaihtua juuri ollenkaan. Ja viimeisenä betonin lämmitys yhdessä ilmanvaihdon kanssa. Lämmitysmenetelmissä on edullisinta käyttää rakennuksen omaa lämmitysjärjestelmää. Aina tämä ei kuitenkaan ole mahdollista. Esimerkiksi jos talossa on ilmalämmitys, niin sitä ei tule käyttää lämmittämiseen eikä kuivaamiseen kanavien likaantumisen takia. Ennen lämmityksen aloittamista kuivauksessa on huolehdittava, että lumi, jää ja vesi on poistettu mekaanisesti. Tällöin säästetään huomattavia summia kuivatuskustannuksissa. [7, s. 52.]

3.5 Mittaukset

Kosteusmittauksia rakenteista tehdään rakentamisvaiheessa sekä jo valmiista rakennuksesta. Rakentamisvaiheessa kosteusmittauksia tehdään niistä rakenteista, jotka päällystetään tai pinnoitetaan. Ennen päällystys- tai pinnoitustyön aloittamista alustan on alitettava päällystysmateriaalin edellyttämät kosteusraja-arvot. [6, s. 5; 7, s. 65.]

Betonirakenteiden kuivumisajat tiedostetaan aina tietyissä olosuhteissa ja kuivumisaika pystyttäisiin laskemaan, jos työmaan olosuhteet olisivat vakiot. Usein kuitenkin kuivumisolosuhteet ovat melko sekalaiset. Tällöin varmin keino tiedostaa oikea kosteus on mittaus. Betonin kosteuden mittaus on vaativaa työtä ja vaatii erityistä huolellisuutta. Virheellinen mittaus voi johtaa turhaan odotteluun tai vastaavasti myöhemmin syntyvään kosteusvaurioon. Tästä johtuen betonin kuivuminen on sisävalmistustöiden kannalta tahdistava vaihe ja siksi mittauksiin on ryhdyttävä tarpeeksi ajoissa jotta keritään toimia riittävän kuivumisen saavuttamiseksi. [6, s. 5; 7, s. 65.]

Valmiissa rakennuksissa kosteusmittauksia suoritetaan kuntoarvioiden ja kuntotutkimusten sekä kosteusvauriotutkimusten ja korjausten yhteydessä. Tällöin suoritetaan yleensä vain pintakosteudenosoittimilla tehtävät tutkimukset ja jos näissä todetaan jokin normaalista poikkeavaa, niin tehdään jatkotutkimuksia ongelman kartoittamiseksi. Jatkotutkimuksissa joudutaan yleensä käyttämään porareikämittauksia. [6, s. 5.]

Yleisimmät kosteudenmittausmenetelmät

Pintakosteudenosoittimet

Pintakosteuden mittalaitteet ovat ainetta rikkomattomia kosteusmittareita. Niiden toiminta perustuu mitattavan materiaalin sähköisten ominaisuuksien muuttumiseen materiaalin vesipitoisuuden muuttuessa. Vesi johtaa paremmin sähköä. Pintakosteudenosoittimet ovat kuitenkin suuntaa antavia ja esimerkiksi eri valmistajien tuotteilla saattaa olla suuriakin eroja samaa kohtaa mitattaessa. Pintakosteudenosoittimet soveltuvat parhaiten tilanteeseen jossa rakenteesta haetaan kosteampaa kohtaa. Sillä voidaan esimerkiksi osoittaa kylpyhuoneessa, kuinka korkealle seinärakenteeseen kosteus on noussut kapillaarisesti. Mittauksen perusteella ei tehdä päällystettävyyspäätöksiä, ei määritetä kuivaustarvetta, eikä tehdä rakenteiden purkupäätöstä. [6, s. 6.]

Kalsiumkarbidimittari

Kalsiumkarbidimittauksessa (kuva 7) betonista otetaan näytepaloja, jotka laitetaan metalliseen koepulloon kalsiumkarbidijauhetta sisältävän lasiampullin kanssa. Pulloon laitetaan myös teräskuulia, joiden tehtävä on rikkoa lasiampulli pulloa ravistettaessa. Tällöin kalsiumkarbidi pääsee reagoimaan betoninäytepaloissa olevan kosteuden kanssa. Pullon korkissa oleva painemittari mittaa pulloon syntyneen paineen ja taulukosta saadaan arvoa vastaava kosteuspitoisuus painoprosentteina. Menetelmää käytetään betonin päällystettävyyttä määrittäessä ja mittauksen etuna on sen nopeus. [6, s. 7.]



Kuva 7 Kalsiumkarbidimittauslaitteet [6, s. 7.]

Vastusmittaus

Vastusmittausta käytetään harvemmin Suomessa, mutta Keski-Euroopassa se on yleinen menetelmä. Mittauksessa betoniin porataan sopivan välimatkan päähän toisistaan kaksi reikää, joihin asennetaan elektrodit. Näiden välissä olevan materiaalin kosteus vaikuttaa sähkövastuksen suuruuteen. Referenssiaineistojen pohjalta laite antaa arvoa vastaavan kosteuspitoisuuden painoprosentteina. [6, s. 8.]

Kosteuspitoisuuden määrittäminen kuivatus-punnitus -menetelmällä

Tällä menetelmällä saadaan menetelmistä todellisin kosteuspitoisuus painoprosentteina. Menetelmässä näytepala punnitaan kosteana, jonka jälkeen se kuivataan 105 °C:ssä uunissa. Tämän jälkeen näyte punnitaan kuivana. Tällöin kosteuspitoisuus saadaan kostean ja kuivan näytteen painojen erotuksen ja kuivan näytteen painon suhteena. Menetelmässä on myös virhemahdollisuus näytteen otossa ja säilyttämisessä. Näyte pitäisi saada alkuperäiskosteudellaan punnitukseen. [6, s. 8.]

4 Elementin kulku työmaalle

4.1 Tehdaskäynti

Tutkimukseen kuului vierailu elementtitehtaalla, jotta saataisiin näkökulmaa myös elementeistä ja niiden matkasta asennettavaksi. Vierailu tehtiin NB- Seinä Oy:n tehtaalle 6.2.2013. Kyseinen yritys valittiin vierailukohteeksi, sillä he toimittivat seinäelementit työmaalle, jossa tutkimuksen tekijä oli työnjohtoharjoittelijana. Tehtaalla yrityksen toimitusjohtaja Arto Hakala esitteli ensin yritystä ja sen toimintoja, jonka jälkeen kierrettiin tuotannon tiloja (kuva 8).



Kuva 8 Elementtipöytiä

Hakalalta kyseltiin erityisesti kosteudesta ja sen hallinnasta tutkimuksen kannalta. Hän kertoi, ettei heiltä vaadita muuta kuin eristeiden suojaaminen sekä kohdekohtaiset lisävaatimukset esimerkiksi villojen suojaamiseen erityiskohdissa. Nämä suojaukset Hakalan mukaan tehdään tehtaalla. Lisäksi elementeistä suoritetaan mallikatselmus. Tämän lisäksi he ovat tehneet elementtivaraston (kuva 9), joka on katettu. Tämä on heidän oma toimenpiteensä miellyttääkseen asiakkaita ja edistääkseen kosteudenhallintaa. Heidän varastoonsa mahtuu noin 800 seinäelementtiä.



Kuva 9 Katettu elementtivarasto

Yhteenvedona tehdaskäynnistä jäi positiivinen kuva elementin valmistuksesta sekä kosteudelta suojaamisesta. Mutta pitää silti muistaa, että tämä oli kuitenkin keskivertoa parempaa toimintaa. On tullut ilmi, etteivät asiat aina ole näin hyvin. Esimerkiksi elementtejä säilytetään monesti ulkosalla sateessa ja villojen suojaamisesta ei ole tietoaakaan.

4.2 Kuljetus työmaalle ja varastointi

Elementtien kuljetus tehtaalta työmaalle suoritetaan yleensä rekan kyydissä elementeille suunnitelluissa erikoislavoissa (kuva 10). Seinäelementit voidaan lastata näihin pystyasentoon ja ne on helppo lastata ja purkaa vaunusta. Varastoinnin ja kuljetuksen ajaksi tehtaalla laitetaan eriste villan yläreunaan muovikalvo, joka suojaa sateen pääsyn eristeeseen suoraan ylhäältä. Tämä muovikalvo poistetaan asennuksen yhteydessä.



Kuva 10 Elementtirekka [12.]

Vaunut suojaavat elementtejä sivuilta jonkin verran, mutta sateisena päivänä elementit tuskin pysyvät kuivina.

Työmaalla seinäelementit varastoidaan elementtipukkiin nosturin ulottuville, josta ne on helppo ottaa asennettavaksi (kuva 11).



Kuva 11 Elementtipukki [11.]

Ontelo- ja massiivilaatat kuljetetaan vaakatasossa ja niiden suojaamiseen ei juurikaan nähdä vaivaa.

5 Haastattelut

Tutkimuksen lisämateriaaliksi suoritettiin käytäntöön pohjautuvia haastatteluja. Tarkoituksena oli haastatella useampia vastaavia työnjohtajia, mutta aikataulujen kiireellisyyden takia saatiin suoritettua kahden vastaavan haastattelu. Tutkimuksen liitteenä on kysymyspohja, jonka perusteella haastattelut tehtiin. Keskiviikkona 3.4.2013 haastateltiin Rami Piilistä ja perjantaina 12.4.2013 haastateltiin Olli Lehtistä. Seuraavassa on esitetty heidän vastauksensa satunnaisessa järjestyksessä, jonka jälkeen on pieni yhteenvetokappale jokaisesta kysymyksen vastauksesta.

1. Miten tällä työmaalla on toimittu kosteudenhallinnan edistämiseksi?

Eri työvaiheet suunnitellaan ja valmistaudutaan toimimaan kosteushaittojen välttämiseksi.

Työmaalla on kosteudenhallintasuunnitelma laadittu, joka on toimintajärjestelmämme mukainen laadunvarmistusdokumentti. Oleellista on, että suunnitelman on laatinut runko- ja sisätyövaiheen työnjohtaja yhdessä vastaavan kanssa, jolloin vastuualueet ja erityisvalvottavat työvaiheet ovat kaikkien tiedossa. On tärkeää, että huomioimme kosteuden liikkumista jo runkotyövaiheessa, kun vaippa ei ole ummessa, jotta alapuolella pysytään kuivina.

Käytännön ratkaisuna esimerkiksi parvekkeen puuseinärunkojen höyrynsulun käännot seinäpinnan yli seinän yläpäässä. Ylimääräinen muovi jää rakenteseen ja toimii sadetakkina.

Parvekelaatoille jäävä lumi ja vesi ohjataan pois. Parvekkeen vedenpoistojen työnaikainen linja nostetaan rungon mukana.

Runko rakennetaan talvella, mekaaninen lumenpoisto reaaliajassa. Lunta ei saa jäädä rungon sisään, koska se muuttuu vedeksi plussakeleillä.

Puoleenväliin runkoa parvekeseinän alle parvekelaatalle on tehty bitumihuovasta vaakakatko estämään pystysuuntaista veden kulkeutumista vaipan ulkopinnalla.

Yhteenveto: Kosteudenhallintaan on perehdyttävä etukäteen ja työnjohtajat ovat mukana kosteudenhallintasuunnitelman laadinnassa. Työvaiheet on suunniteltava etukäteen sekä mietittävä oikeat ratkaisutavat kosteudelle alttiissa kohdissa.

2. Onko tullut vaurioita kosteudesta?

Ei ole tullut vaurioita. Kaikki mitkä on mitattu, on todettu kuiviksi.

Ylimmän kerroksen kattoterassien käännetyin katon rakenteiden valmistus viivästyi. Talvella terassipohjalle pääsi lunta, joka sulii kaivon kohdalta betonin läpi alempaan kerrokseen. Korjaustoimenpiteenä tehtiin kipsilevykoteloiden aukaisu, vaurioalueen osastointi, kuivatus, mittaukset, raportit, korjaus ja rakenteet kiinni.

Paikallisia pienempiä vaurioita. Elpo -hormeissa yläpääty jää joskus ilman tulpaa ja vesi valuu holvilta esim. iv- kanaviin ja etsii reitin ulos. Tästä johtuen muutamia kipsilevyvaihdoiksi. Hormit kuitenkin tarkistetaan vesikaton valmistuttua ja vesi ohjataan tarvittaessa hallitusti pois kuivista tiloista.

Yhteenveto: Vaurioita on sattunut vähän, mutta nekin on tiedostettu ja korjattu heti.

3. Millainen sääsuojaus?

Elementit suojataan tehtaalla. Eristeen pinnassa on suojaava materiaali mikä poistetaan asennuksen yhteydessä, jotta se ei jää rakenteeseen.

Tontille pyritään pääosin tilaamaan materiaalit valmiiksi suojattuna. Materiaali joka ei ole suojattu suojataan. Osa säilytetään vesitiiviissä varastokonteissa tai muissa kuivissa tiloissa esimerkiksi väestönsuojassa tai yleisissä tiloissa. Runkovaiheessa holvin sääsuojaus suoritetaan lainapeitteiden avulla.

Yhteenveto: Sääsuojaus suoritetaan mahdollisuuksien mukaan mahdollisimman hyvin mitä kustannustehokkaasti pystyy.

4. Materiaalien kosteudenhallinta?

Materiaalit suojataan pressuilla heti työmaalle tullessa ja lisäksi tuotteet on valmiiksi jo muovitettu.

Elementit ovat villoitettuja. Elementtitehtaan kanssa on tehty mallikatselmus villojen suojaamisesta. Ennen muuraustöitä suoritetaan lohkoittain kosteusmittaus.

Yhteenveto: Materiaalit suojataan heti työmaalle tullessa. Pyritään tilaamaan kaikki materiaalit valmiiksi suojattuna.

5. Sisävalmistustöiden kosteudenhallinta?

Työmaalla on paikallavaluholvit, joten sisävalmistustyöt päästiin aloittamaan ennen kuin vesikatto oli valmis. Paikallavaluholvi on tiiviimpi kuin ontelolaatasto. Vettä ei tule läpi kuin laatan reunoista.

Märkätiloista on olemassa märkätilakansio eli huoneistokohtaiset märkätilakortit. Porareikämenetelmällä ulkopuolinen urakoitsija tekee kosteusmittaukset, jolla varmistetaan, että alusta on riittävän kuiva. Voidaan tarvittaessa tehostaa kuivatusta osastoinnilla, ilmanvaihdoilla ja lämmityksellä. Tasoitetyön alustoista tehdään myös kosteusmittaukset.

Holvit ja seinät mitataan valualueittain. Rajatapauksissa tarkennetaan mittausta ottamalla useampi mitta.

Työn aikaiset vesipisteet on teetetty porrashuoneisiin putkiurakoitsijalla ja sulku kerroksittain.

Jatkuvasti kaksi vesi-imuria hätävarana ja työmaalla oleville siivoojille on kerrottu mitä pitää tehdä jos tulee vesivahinko.

Yhteenveto: Rakenteiden kuivuudesta huolehditaan mittaamalla niitä ja tällöin pystytään ennakoimaan, että rakenne on riittävän kuiva pinnoitukseen. Paikallavaluholvin avulla päästään nopeammin sisävalmistustöihin.

6. Elementtien kosteudenhallinta?

Elementeissä on valmiiksi muovikalvo eristeen pinnassa, mikä poistetaan asennuksen yhteydessä.

Elementit ovat villoitettuja. Elementtitehtaan kanssa on tehty mallikatselmus villojen suojaamisesta. Ennen muuraustöitä suoritetaan lohkoittain kosteusmittaus.

Yhteenveto: Elementtien eriste suojataan matkan ja varastoinnin ajaksi, mutta poistetaan asennuksen yhteydessä.

7. Meneekö materiaalia paljon pilalle esim. sateiden takia?

Ei juurikaan. Noin 1%.

Uutta materiaalia ei mene juurikaan pilalle, mutta ylijäämämateriaalille ei ole kunnollista kuivaa suojatilaa. Täten käyttökelpoista materiaalia saattaa mennä pitkissä varastointiajoissa pilalle.

Yhteenveto: Uutta materiaalia ei mene juurikaan pilalle, mutta mahdollisia ylijäämämateriaaleja ei saada kunnolla suojattua.

8. Mistä aiheutuneet kosteusvauriot johtuvat?

Ei ollut kosteusvaurioita.

Pienemmät kokonaisuudet vaikea myydä aliurakaksi eikä ole välillä tarpeeksi omia tekijöitä. Aikataulun- ja resurssienhallinta ei ole toiminut tai siihen ei ole panostettu riittävästi.

Yhteenveto: Aikataulu- ja resurssienhallinta ei ole toiminut suunnitelmien mukaan.

9. Miten voidaan ennakoida ja toteuttaa paremmin?

Ei ollut kosteusvaurioita.

Aikataulun- ja resurssienhallintaan sekä hankintoihin pitäisi panostaa enemmän. Keskityttäisiin kosteussuunnitelmiin ja laaditaan se koko työjohtoporukan kanssa. Ylläpidetään ja mahdollisesti kehitetään suunnitelmaa.

Tehdään muutoksia myös suunnitelmiin, jos havaitaan kosteudelle alttiita kohtia ja pohditaan mitä niille voisi tehdä. Eli vastuutetaan suunnittelijoita ja kyseenalaistetaan tarvittaessa suunnitelmia.

Yhteenveto: Tehtäväsuunnitteluun tulisi panostaa enemmän. Mietitään työvaiheet läpi ja keskustellaan suunnittelijoiden kanssa riskikohdista.

10. Onko kosteudenhallinta nimetty jonkun vastuulle? Ja olisiko siitä hyötyä?

Kosteudenhallintasuunnitelman tekee vastaava työmaainsinööri kanssa ja suunnitelman toteutuksesta huolehtii työvaiheen työjohtaja.

Vastaavan vastuulla. Käytännössä jakautuu työjohtajille ja he ovat mukana laadinnassa. Heidän pitää reagoida muutoksiin välittömästi.

Suunnittelijoita pitää pystyä vastuuttamaan, että saadaan toteutuskelpoisia suunnitelmia.

Yhteenveto: Vastuu on vastaavalla, mutta kosteudenhallintasuunnitelma tulisi tehdä yhdessä työjohtajan kanssa. Lisäksi suunnittelijat pitäisi saada tekemään tuotannon kannalta toteutuskelpoisia rakenteita.

11. Onko tiedossa talven aiheuttamia kustannuksia?

Talvi on kolminkertaistanut talven aiheuttamille lisätöille varatun budjetin. Rahat on mennyt suojaamiseen, lumitöihin sekä lämmityskustannuksiin.

Lisäkustannuksia tuli rungon sisäpuolisen lumen poistosta. Jouduttu suojaamisen lisäksi höyryttämään holveja, lumi sulaa ja tulee alas joka paikasta. Höyryttäminen on vaikeasti hallittavissa kosteuden kannalta.

Yhteenveto: Talvi on aiheuttanut lisäkustannuksia lumen ja kylmyyden takia. Lisätöiden kustannukset ovat kasvaneet niille varatun määrän yli.

12. Vaikuttiko talvi johonkin järjestelyihin?

Talven takia rungon aikataulu on myöhässä 2,5 kk. Aikaa kulunut suojauksiin ja lumitöihin. Paikallavaluholvin ansioista sisävalmistustyöt on aikataulussa kuitenkin.

Vaikutti. Piti päästä aloittamaan sisätyövaiheita joten elementit piti tilata villoitettuna. Nyt mitaillaan kosteuksia, paikkailua ja kostuneiden villojen vaihtoa. Olisi voinut villoittaa paikanpäällä, jos rakennusaikaa olisi ollut enemmän ja sisätyöt olisi voitu aloittaa vasta keväällä.

Jouduttiin käyttämään höyryä holvin sulattamisessa ja se aiheutti tarpeetonta kosteuden kulkua. Tämän olisi voinut estää lisäämällä työnaikaista suojausta ja sen jälkeen joku olisi aina laittamassa holvin heti umpeen. Mutta tämä olisi aiheuttanut paljon lisäkustannuksia.

Yhteenveto: Talvi on muuttanut aikataulua sekä talven tiedostamisen takia on jouduttu laittamaan elementteihin eristeet kiinni.

13. Miten poistettiin lumenpoisto holvilta?

Lumenpoisto suoritettiin lämmittämällä ja suojaamisella.

Lumi poistettiin lehtipuhaltimella, mekaanisesti ja sulattamalla. Valetun holvin päältä seinäelementin asennuksessa betonin lämmityskaapeli sulatti lumen.

Yhteenveto: Suojaamalla on vähennetty lumenpoistoa ja jäljelle jäänyt lumi on poistettu joko mekaanisesti tai sulattamalla.

14. Onko pakkasen tai lumisateen takia jouduttu siirtämään jotain työvaiheita?

Suojaamiseen kulunut aikaa, joten aikataulu on viivästynyt.

Yksi holvivalu siirtyi talvimyrskyn takia. Tuuli ja lumisade liian kova, ei pystytty suojaamaan.

Yhteenveto: Lisätöihin kulunut liikaa aikaa sekä talvimyrsky on estänyt tiettyjä työvaiheita.

15. Mitä pitäisi huomioida talvirakentamisessa lisää?

Kaiken pitäisi lähteä jo suunnitteluvaiheesta, jolloin pystyttäisiin vaikuttamaan kosteuden kannalta terveellisempiin ratkaisuihin. Työmaalla paljon kohtia johon kerääntyy sadevettä ja työmaa ei pysty täydellisesti suojaamaan rakenteita.

Työmaalla oltaisiin huolellisempia ja suunnitellaan tehtävät etukäteen. Mietitään ennalta miten tehdään kosteudelta suojaaminen.

Kustannuksia aiheuttavat lisätyöt, pitäisi varata häiriövaroja aikatauluun, resurssienhallinta. Suojaamiseen ja lämmitykseen tarvitsee työvoimaa. Jos ei pystytä estämään veden tuloa runkoon, niin tämä pitää huomioida sisävaihteyden aloituksessa. Rakenteet eivät pääse kuivumaan, jos ne kastuvat aina uudelleen ja uudelleen. Kuivumisajat huomioitava.

Yhteenveto: Kaiken pitäisi lähteä jo suunnitteluvaiheesta. Tällöin pystyttäisiin tekemään rakenteita, jotka ovat toteutettavissa myös kosteusteknisesti oikein. Lisäksi tulisi varata riittävästi häiriövaroja.

16. Ovatko villat kiinni elementeissä ja kuinka kauan ne ovat säälle alttiina seinässä?

Työmaalla oli sandwich- elementit ja 2kk ne joutuvat olemaan säälle alttiina ennen kuin rakenne ja saumat ovat valmiita.

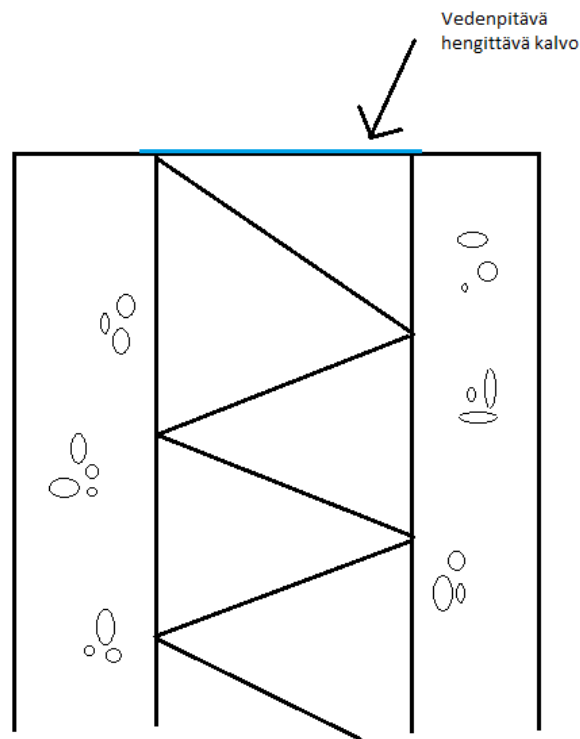
Syyskuusta heinäkuuhun. Saumat ovat aluksi auki. Pitää panostaa laadunvarmistustoimenpiteisiin. Korjataan, mittaukset, vaihdetaan märät villat. Paikalla villoitettu aina parempi. Villa ei pääse ikinä kastumaan, kun työ on suunniteltu oikein.

Yhteenveto: Eristeet joutuvat olemaan suhteellisen pitkään säälle alttiina, mutta mittauksilla ja märkien villojen vaihdolla on pystytty toteuttamaan terveitä rakenteita.

17. Onko jotain kustannustehokkaita keinoja kosteudenhallintaan?

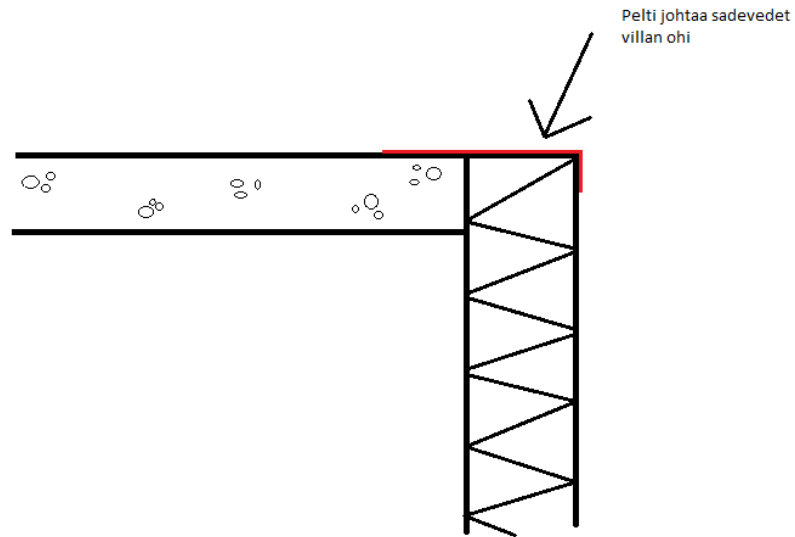
Ensimmäisenä ideana otetaan sääsuojaus mukaan urakkasopimukseen.

Toinen idea on kuvassa 12 näkyvä kalvo. Eli nykyään, kun esim. sandwich-elementtien päällä on muovikalvo, joka poistetaan asennuksen yhteydessä, niin tässä olisi vedenpitävä tai vettä hylkivä hengittävä kangas jonka voisi jättää rakenteeseen. Esimerkiksi vaatteissa tällaisia materiaaleja käytetään paljon.



Kuva 12 Vedenpitävä hengittävä kalvo eristeen suojana

Kolmantena ideana vastaava esitteli ratkaisun, jota he käyttivät työmaalla (kuva 13). Eli holvilla eriste tuli kuvan mukaisesti, jolloin sadevedet valuivat suoraan eristeeseen. He kuitenkin kehittivät työmaalla villan ylittävän pellin, joka johti vedet villan yli.



Kuva 13 Sadevesiä ohjaava pelti

Varastoalueelle teltta tietyin reunaehdoin. Eli pitkäaikaisella työmaalla voi olla toimivakin vaihtoehto. Tällöin saataisiin mm. materiaalien ylijäämät suojattua varmemmin.

Kohdekohtaiset ratkaisut esimerkiksi parvekepuuseinien huputus ja yläpohjaan kattotuolien alle bitumihuopakerros, jolloin yläpohja saadaan välittömästi vedenpitäväksi.

Kustannustehokkaiden keinojen yhteenveto myöhemmin omana osana työtä.

18. Onko aukkopeittämisessä mitään järkeä jo elementtitehtaalla?

Aukkopeittäminen jo tehtaalla on jo käytössä jossain, mutta vastaava sanoi sen olevan hyvä idea ja siinä säästäisi myös rahaa. Ideaan pystyisi myös lisäämään väliaikaisen kaiteen lisäämisen.

On toimiva idea.

Yhteenveto: Aukkopeittäminen jo tehtaalla on saanut kannatusta ja sitä voisi ottaa mahdollisesti käyttöön enemmänkin.

19. Mitä huomioitavaa on kesärakentamisessa kosteuden kannalta?

Kesärakentamisessa on samat ongelmat kuin talvirakentamisessa, mutta lumi puuttuu.

Vesi sataa kesällä vetenä. Vettä ei voi poistaa mekaanisesti samalla tavalla kuin lunta. Vesi valuu nopeasti rakenteisiin.

Yhteenveto: Kosteudenhallinta kesällä ei ole sen helpompaa, sillä silloin vesi on nesteinä ja virtaa joka paikkaan.

20. Kosteusmittaukset ja millä menetelmillä ne suoritetaan?

Työmaalla mittaukset suorittaa ulkopuolinen organisaatio. Joka asunnosta mitataan lattia ja seinistä valitaan satunnaisesti mittaus kohteet.

Porareikämenetelmällä mitataan betoni. Villat mitataan näytteillä useista kohdista saumoista, keskeltä, ikkunan vierestä ja avoimesta päädystä. Mittaukset suorittaa ulkopuolinen urakoitsija joka laatii raportit.

Yhteenveto: Kosteusmittaukset suorittaa ulkopuolinen urakoitsija ja he tekevät raportit.

21. Onko jotain muutosisideoita nykyiseen kosteudenhallintasuunnitelmaan?

Elementtien suojamuovi toimii kunnes se otetaan pois. Tämän pelastaisi aiemmin esitelty kalvo jonka voi jättää rakenteeseen.

On tärkeää että tehdään kohdekohtaisesti. Suunnitelman laativat pääasiassa työnjohtajat ja vastaava yhdessä. Suunnitelma olisi viittauksena laatudokumenteissa urakkasopimuksissa ja märkätilakansion ylläpidossa. Esimerkiksi laatotustyön urakkasopimuksen liitteeksi.

Yhteenveto: Kosteudenhallintasuunnitelma pitäisi ottaa laajempaan käyttöön esimerkiksi urakkasopimuksen liitteeksi.

22. Mitä pitäisi tulla uuteen kosteudenhallintakorttiin/ohjeeseen?

Laadunvarmistusmatriisiin oma kohta kosteudenhallinnalle. Laadunvarmistusmatriisin hälytysjärjestelmä tulostetaan viikkopalaveriin. Tehtäväsuunnitelman tekovaiheessa työnjohtaja käy läpi kosteudenhallintasuunnitelman.

Yhteenveto myöhemmässä osassa.

23. Onko mediassa tapahtuva kosteuskeskustelu aiheuttanut mitään lisätoimia?

On se vaikuttanut. Jokainen haluaa parantaa oman yrityksen imagoa ja tietysti tehdä parhaansa.

Ei ole.

Yhteenveto: Osalla median puheet ovat vaikuttaneet omaan toimintaan, mutta osa ei ole reagoinut asiaan mitenkään.

6 Tulokset

Työn tulokset -osiossa on pyritty kokoamaan tutkimuksen aikana esiin tulleita ideoita ja pohdintoja. Osiossa on myös kirjattu haastatteluista saatuja tietoja ideoista, joita voisi jatkossa kehittää ja viedä ajatusta pidemmälle.

6.1 Haastattelujen johtopäätökset

Haastatteluista voidaan päätellä, että kosteudenhallinnassa tehtävien ennakointi ja suunnittelu on avainasemassa hyvän lopputuloksen saamiseksi. Tehtävät pitää suunnitella huolellisesti etukäteen ja ajatella kosteuden ja toteutuksen kannalta miten tehtävä suoritetaan. Kosteudenhallintasuunnitelma tulisi myös vastaavan laatia hyvissä ajoin tuotantoinseinöörin ja työnjohdon kanssa yhdessä. Tällöin tehtävästä vastaava työnjohtaja pääsee vaikuttamaan päätöksiin ja koko työnjohtotiimi tietää mitä tehdään. Samassa yhteydessä katsotaan suunnitelmista sellaisia kohtia, jotka vaativat kosteuden kannalta erityistä huomiota ja kehitetään näihin ratkaisu.

Suojaukset työmaalla suoritetaan lähtökohtaisesti niin hyvin kuin pystytään järkevillä kustannuksilla ja järjestelyillä. Kaikki materiaali pyritään tilaamaan valmiiksi suojattuna, mutta työmaalle tullessa ne vielä varmistetaan suojaan. Elementeissä idea toimii samalla tavalla, eli elementit tilataan eristeet suojattuna ja asennuksen yhteydessä suoja joudutaan ottamaan pois. Työvaiheet pyritään tekemään myös mahdollisen suojaetuissa olosuhteissa, mutta tässä tulee usein hinta vastaan melko nopeasti. Esimerkkinä holvin raudoitus. Tässä työvaiheessa holvi täytyy olla auki, kun raudoitetaan ja nostetaan tavaraa. Tällöin täydellinen työnaikainen suojaus on lähes mahdotonta, mutta pystytään kuitenkin minimoimaan kosteuden kulku suojaamalla aina valmis alue tai työalue tauon ajaksi.

Haastatellut henkilöt kehuivat myös paikallavaluholvin etuja ontelolaattoihin verrattuna. Paikallavaletun holvin etuna on sen vesitiiveys. Tämä estää rungon rakennusvaiheessa veden pääsyn holvin läpi alempiin kerroksiin. Tällöin sisävaihteyöt päästään aloittamaan osittain samaan aikaan kun runkoa tehdään. Pitää kuitenkin huomioida, että vesi valuu aukoista ja reunoilta aina alaspäin.

Työmaalla panostetaan kosteusmittauksiin, jotta saadaan varmuus rakenteiden kuivumisesta. Mittauksien perusteella pystytään myös kontrolloimaan kuivumisen nopeutta tarvittaessa lisäämällä mm. lämmitystä ja ilmanvaihtoa. Mittaukset suorittaa aina ulkopuolinen ja tulokset raportoidaan arkistoitavaksi.

Haastatellut henkilöt myönsivät kehitettävää olevan aikataulu- ja resurssienhallinnan kohdalla. Joskus on jopa tullut kosteusvaurioita, kun ei ole ollut tekijöitä oikeassa paikassa oikeaan aikaan. Työmaan aikatauluun pitäisi huomioida myös talven varalle enemmän häiriövaroja, sillä kuten haastattelusta ilmeni, kumpikin haastateltava valitteli lisätöiden kasvaneen huomattavasti suunnitellusta.

Kesärakentamisesta haastatteluista selventyi, että lumen puuttumisen takia rakentaminen on kesällä hieman helpompaa. Mutta kolikon kääntöpuolena kesällä lumi ei ole enää kiinteää, vaan valuu vetenä joka paikkaan ja imeytyy rakenteisiin. Lisäksi kesän tuoma ilmankosteus hidastaa rakenteiden kuivumista.

Huomionarvoisena seikkana haastatteluissa ilmeni suunnittelun heikkous tehdä helposti kuivana toteutettavia suunnitelmia. Monissa eri kohdissa työmaalla on jouduttu tekemään työnaikaisia ratkaisuja, jotta esimerkiksi valuvat sadevedet eivät kulkeutuisi suoraan eristeisiin. Vastaavat haluaisivat jonkin näköistä vastuuta myös suunnittelijoille, jotta he ajattelisivat myös toteutuksen kannalta onko rakenteessa mitään järkeä.

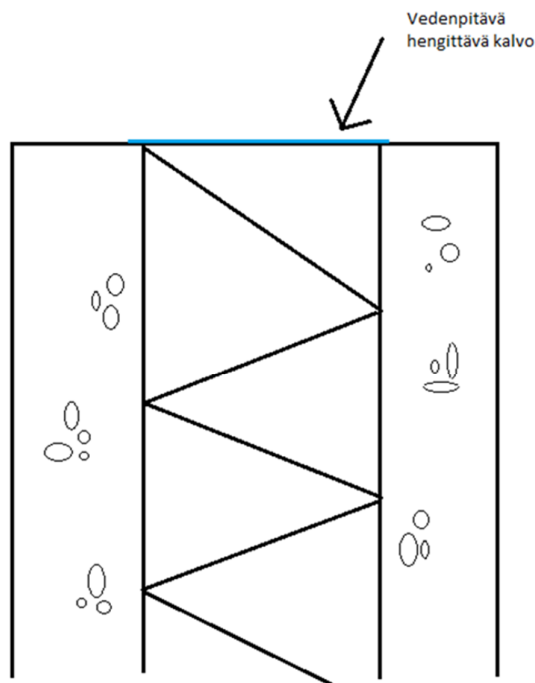
6.2 Kustannustehokkaita keinoja kosteudenhallintaan

Sääsuojaus tulisi ottaa mukaan urakkasopimukseen. Tällöin kaikkien urakoitsijoiden pitää ottaa se huomioon tarjousvaiheessa ja kenellekään ei tule etulyöntiasemaa. Tällöin varmistutaan, että urakoitsija huolehtii kunnollisesta sääsuojauksesta. Tätä toimintamallia on jo kokeiltu eräillä työmailla ja käytäntö on yleistymässä.

On kuitenkin rakennusvaiheita, jolloin täydellistä sääsuojaukseen on lähes mahdoton toteuttaa. Esimerkiksi runkovaihe. Miten voi nostaa runkoa jos se on katettu? Tässä asiassa on kuitenkin tehty jo muutamilla työmailla siten, että runko on pystytetty normaalisti ilman katetta ja heti korkeutensa saavutettua on tehty sääsuojaus. Tämän jälkeen on pystytty tekemään muut vaiheet sateelta suojassa halutussa lämpötilassa. Tällöin on välttytty sään aiheuttamilta viivästyksiltä ja ulkoisilta kosteusrasituksilta. Haittapuole-

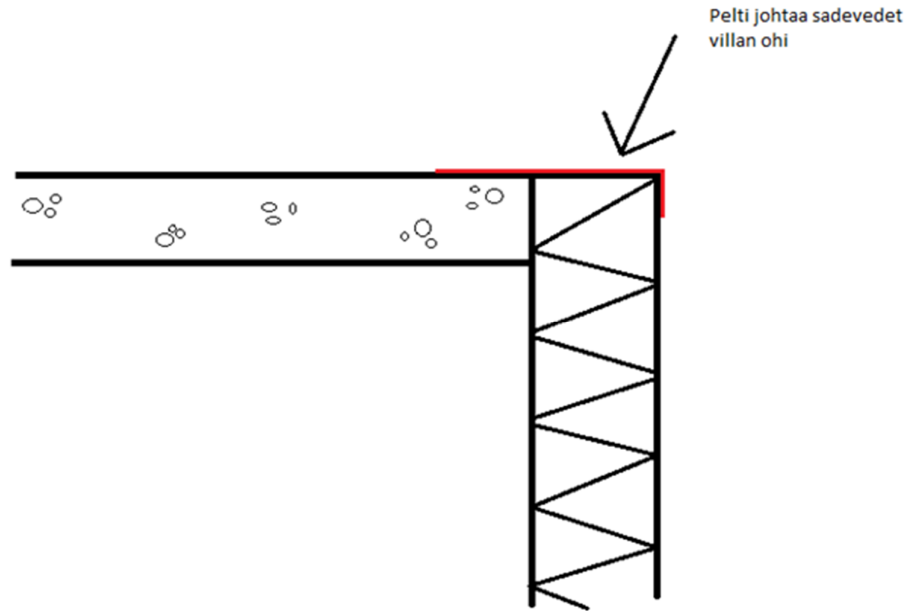
na tässä on kustannus. Jos ei ole pakko rakentaa sääsuojausta, niin totta kai tuottoa haluava urakoitsija yrittää rakentaa hyvän rakennustavan mukaisesti säästäten kalliissa sääsuojauksessa.

Idea mikä tuli ilmi haastatteluissa, on kuvassa 14 näkyvä kalvo. Eli nykyään, kun esim. sandwich-elementtien päällä on muovikalvo mikä poistetaan asennuksen yhteydessä, niin tässä olisi vedenpitävä tai vettä hylkivä hengittävä kangas jonka voisi jättää rakenteeseen. Esimerkiksi vaatteissa tällaisia materiaaleja käytetään paljon.



Kuva 14 Vedenpitävä hengittävä kalvo eristeen suojana

Yhtenä ideana vastaava esitteli ratkaisun, jota he käyttivät työmaalla (kuva 15). Eli holvilla eriste tuli kuvan mukaisesti, jolloin sadevedet valuivat suoraan eristeeseen. He kuitenkin kehittivät työmaalla villan ylittävän pellin, joka johti vedet villan yli.



Kuva 15 Sadevesiä ohjaava pelti

Aukkopeittäminen jo elementtitehtaalla on jo käytössä jossain, mutta vastaavat sanoivat sen olevan hyvä idea. Ideaan pystyisi myös lisäämään väliaikaisen kaiteen lisäämisen. Tällöin työmaalla kenenkään ei tarvitse huolehtia aukkopeittämisestä, sekä työturvallisuuden kannalta kaide on jo valmiina. Tämä säästäisi työmaan resursseja ja rahaa sekä lisäisi työturvallisuutta.

6.3 Päivitys kosteudenhallintasuunnitelmaan

Haastattelujen pohjalta kosteudenhallintasuunnitelmaan tuleva uudistus voisi liittyä laadunvarmistusmatriisin käyttöön. Matriisia olisi tarkoitus uudistaa siten, että kosteudenhallinnalle tulisi oma kohta, johon tulee merkintä, kun kyseisen työvaiheen kosteudenhallinta on kunnossa. Tällöin työnjohtaja käy kosteudenhallintasuunnitelman läpi tehdessään tehtäväsuunnitelmaa. Työmaalla viikkopalaveriin tulostetaan laadunvarmistusmatriisin hälytysjärjestelmä, jolla pystytään seuraamaan miten on toimittu.

7 Yhteenveto

Tämän insinööriyön tavoitteena oli löytää kustannustehokkaita ratkaisuja kosteudenhallintaan talonrakentamisessa sekä selvittää, miten kosteushaitat voidaan minimoida. Tutkimuksen ohessa yritettiin saada aikaan kosteudenhallintaohjekortti. Valmista korttia ei kuitenkaan saatu aikaan, mutta hyvä kehitysidea kosteudenhallintasuunnitelmaan liittyen saatiin puntaroitua. Kehitysidea esiteltiin tarkemmin luvussa 6.3. Kustannustehokkaita ratkaisuja ja ideoita kehittyi useita, joita voisi tulevaisuudessa kehittää tuotantoon käytettäväksi. Ideat ja ratkaisut on tarkemmin esitelty Tulokset -osiossa.

Tutkimuksessa suoritettiin myös asiantuntijahaastatteluita lomakepohjaa soveltaen sekä käytiin elementtitehtaalla tutkimassa laadukasta elementtien valmistusta ja varastointia. Esitelty elementtitehdas hoitaa tehtävänsä esimerkillisesti ja huolehtii elementistä aina työmaalle asti estäen niiden kastumisen omassa katetussa varastossa. Asiantuntijahaastatteluiden tuloksena saatiin paljon käytännön kokemusta ja tietoa tukemaan tutkimusta. Näiden avulla saatiin mm. osa kustannustehokkaista ratkaisuista sekä idea kosteudenhallintasuunnitelman uudistamisesta.

Yhteenvetona tästä insinööriyöstä voi sanoa kosteudenhallinnan kehittämisen kannalta puutteita olevan työskentelyssä ennen rakentamisen aloitusta. Eli kosteudenhallinta pitäisi lähteä kehittymään heti suunnittelusta, jolloin pystyttäisiin kehittämään sellaisia rakenteita, mihin rakennusaikana esimerkiksi sadevedet eivät jää seisomaan tai virtaa suoraan villaan. Rakentamisen alun hämmöittäessä työnjohto tekisi huolellisen tehtäväsuunnittelun sekä vastaavan kanssa pohtisi kosteudenhallintasuunnitelman kuntoon.

Tutkimuksen aikana eri osapuolet kehuivat yksimielisesti paikallavaluholvin etuja kosteudenhallinnan näkökulmasta. Rakenteet pääsevät kuivumaan nopeammin ja sisävalmistustöitä päästään aloittamaan jo runkovaiheessa. Ja tietysti kosteusmittauksien tärkeyttä ei voi vähätellä, sillä siinä on tekijä terveelle rakentamiselle. Mittauksien avulla voidaan seurata ja kontrolloida kuivumista.

Kaiken kaikkiaan pystyisi sanomaan, että rakentamisessa pienillä ratkaisuilla voi olla isoja vaikutuksia, niin huonoja kuin hyviäkin.

Tutkimuksen jatkamisen kannalta vastaavien haastatteluita voisi olla useampi sekä työntekijöiden näkökulmaa voisi tuoda myös mukaan. Suunnittelupuolta saisi tuoda myös enemmän tutkimukseen mukaan.

Lähteet

- 1 Siikanen, Unto. 1996. Rakennusfysiikka, Perusteet ja sovellukset. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- 2 Sisäilmatietokeskus. 1996. Terveellinen sisäilma. Jyväskylä: Gummerrus Kirjapaino Oy.
- 3 <http://uutiset.hometalkoot.fi/talkootiedot/kosteus-ja-homevauriokorjaaminen.html> 16.1.2013 klo 14.00
- 4 Hirsijärvi, Sirkka ja Hurme, Helena. 2004 Tutkimushaastattelu, Teemahaastattelun teoria ja käytäntö. Helsinki: Yliopistopaino.
- 5 Suomen Rakennusteollisuusliitto RY. 1990. Talvirakentaminen. Tampere: Mäntän Kirjapaino Oy.
- 6 Merikallio, Tarja. 2002. Betonirakenteiden kosteusmittaus ja kuivumisen arviointi, Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.
- 7 Suomen Rakennusteollisuusliitto RY, Björkholtz, Dick. 1990. Rakennuksen kuivataminen. Tampere: Tammer-Paino Oy.
- 8 Metro-lehti,
http://metro.fi/paakaupunkiseutu/uutiset/kuvataideakatemia_marssi_ulos_syyna_home/, luettu 11.3.2013
- 9 Helsingin kaupunki,
http://www.hel.fi/static/public/hela/Asuntotuotantotoimikunta/Suomi/Paatos/2011/Att_2011-11-02_Asuntk_15_Pk/F953A6A0-4542-4D23-9180-B9C0FD661F7C/Liite.pdf, luettu 7.4.2013
- 11 Finn-Form Oy, <http://www.finnform.net/elementtifakki.htm>, luettu 7.4.2013
- 12 Elementtisuunnittelu, <http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/elementtien-toimitus/elementtien-kuljetus>, luettu 7.4.2013

Vastaavien haastattelu

Olli Lehtinen

Kahvikortteli, Vuosaari

Rami Piilinen

AS Oy Kotisaari, Arabianranta

1. Miten tällä työmaalla on toimittu kosteudenhallinnan edistämiseksi?
2. Onko tullut vaurioita kosteudesta?
3. Millainen sääsuojaus?
4. Materiaalien kosteudenhallinta?
5. Sisävalmistustöiden kosteudenhallinta?
6. Elementtien kosteudenhallinta?
7. Meneekö materiaalia paljon pilalle esim. sateiden takia?
8. Mistä aiheutuneet kosteusvauriot johtuvat?
9. Miten voidaan ennakoida ja toteuttaa paremmin?
10. Onko kosteudenhallinta nimitetty jonkun vastuulle? Ja olisiko siitä hyötyä?
11. Onko tiedossa talven aiheuttamia kustannuksia?
12. Vaikuttiko talvi johonkin järjestelyihin?
13. Miten hoidettiin lumenpoisto holvilta?
14. Onko pakkasen tai lumisateen takia jouduttu siirtämään jotain työvaiheita?
15. Mitä pitäisi huomioida talvirakentamisessa lisää?
16. Ovatko villat kiinni elementeissä ja kuinka kauan ne ovat säälle alttiina seinässä?
17. Onko jotain kustannustehokkaita keinoja kosteudenhallintaan?
18. Onko aukkopeittämisessä mitään järkeä jo elementtitehtaalla?
19. Mitä huomioitavaa on kesärakentamisessa kosteuden kannalta?
20. Kosteusmittaukset. Millä menetelmillä?
21. Onko jotain muutosideoita nykyiseen kosteudenhallintasuunnitelmaan?
22. Mitä pitäisi tulla uuteen kosteudenhallinta korttiin/ohjeeseen?
23. Onko mediassa tapahtuva kosteuskeskustelu aiheuttanut mitään lisätöitä?